

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-159309

(43)Date of publication of application : 12.06.2001

(51)Int.Cl.

F01N 3/08

B01D 53/94

F01N 3/20

(21)Application number : 11-343654

(71)Applicant : TOYOTA CENTRAL RES & DEV LAB INC

(22)Date of filing : 02.12.1999

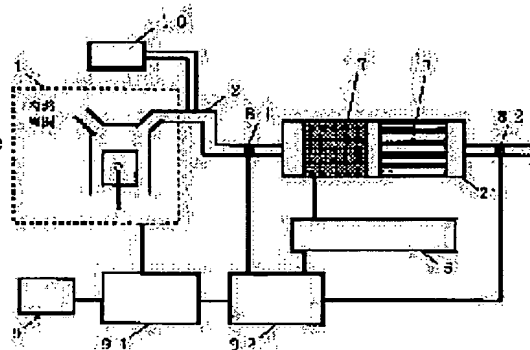
(72)Inventor : UEDA MATSUE  
ITO YOSHIHIKO  
KATO TAKAYUKI

## (54) EXHAUST EMISSION CONTROL DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an exhaust emission control device for effectively removing NOX in exhaust gas discharged from an internal combustion engine.

**SOLUTION:** This exhaust emission control device comprises a discharge 7; a catalyst 3; a pulse high voltage generating device 5 to feed a pulse-form high voltage between the electrodes of the discharge device 7, exhaust gas thermometers 81 and 82 situated in a spot situated downstream and a spot situated upper stream from an exhaust pipe case 2'; an internal combustion engine control device 91 to control the operation state of an internal combustion engine 1, a sensor 9 to measure information necessary for control to the internal combustion engine control device 91, a second internal combustion engine control device 92 to determine whether discharge of the discharge device 7 is started and control the pulse high voltage generating device 5, and a reduction agent adding device 10 to add a reduction agent, necessary to purification of exhaust gas, to a spot situated upper stream from the discharge generating region of an exhaust pipe 2, which are situated, in the order, from a spot situated upper stream of exhaust gas in the exhaust pipe case 2' situated in the exhaust pipe 2 of the internal combustion engine 1, such as a diesel engine.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-159309

(P2001-159309A)

(43) 公開日 平成13年6月12日 (2001. 6. 12)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

F 0 1 N 3/08

識別記号

Z A B

F I

F 0 1 N 3/08

データベース\*(参考)

Z A B B 3 G 0 9 1

C 4 D 0 4 8

B 0 1 D 53/94

3/20

E

F 0 1 N 3/20

B 0 1 D 53/36

1 0 1 A

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号

特願平11-343654

(22) 出願日

平成11年12月2日 (1999. 12. 2)

(71) 出願人 000003609

株式会社豊田中央研究所

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番  
地の1

(72) 発明者 上田 松栄

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番  
地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72) 発明者 伊藤 由彦

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番  
地の1 株式会社豊田中央研究所内

(74) 代理人 100110490

弁理士 加藤 公清

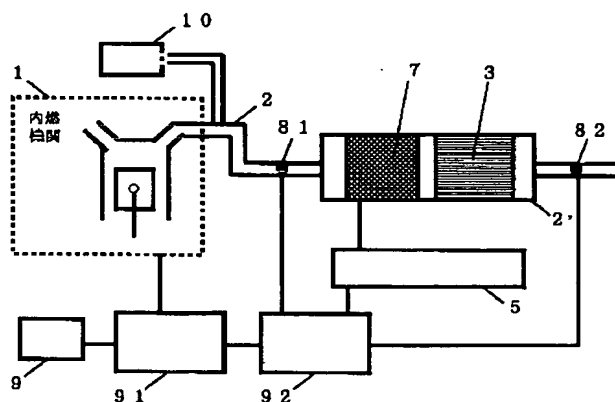
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 排気ガス浄化装置

(57) 【要約】

【課題】 内燃機関から排出される排気ガス中の $\text{NO}_x$ を効果的に除去することのできる排気ガス浄化装置を提供すること。

【解決手段】 ディーゼルエンジン等の内燃機関1の排気管2に設けられた排気管ケース2'内に、排気ガス上流側から順次配置された放電装置7と触媒3、放電装置7の電極間にパルス状の高電圧を供給するパルス高電圧発生装置5、排気管ケース2'の上流側及び下流側に設けられた排気ガス温度計81、82、内燃機関1の運転状態をコントロールする内燃機関制御装置91、内燃機関制御装置91に制御に必要な情報を計測するセンサー9、放電装置7の放電を開始するか否かを決め、パルス高電圧発生装置5を制御する第2内燃機関制御装置92、排気ガスを浄化するために必要な還元剤を排気管2の放電発生領域よりも上流側に添加する還元剤添加装置10とから構成されている排気ガス浄化装置。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関からの排気ガスを浄化する装置であって、内燃機関の排気管に設けた触媒と、該触媒又は該触媒に対して排気ガス上流側の少なくとも一方で放電を発生させる放電装置と、該放電装置に電圧をかける高電圧電源と、内燃機関の筒内又は前記放電発生領域よりも排気ガス上流側の排気管中の少なくとも一方で還元剤を添加する還元剤添加装置とを有することを特徴とする触媒の活性向上機能を有する排気ガス浄化装置。

【請求項2】 排気ガス温度を計測するガス温度計と、該温度計からの計測温度に基づいて放電電圧、還元剤量を制御する制御装置を有する請求項1に記載の排気ガス浄化装置。

【請求項3】 内燃機関の回転数、負荷、吸入空気量、主噴射燃料量などの運転状態に係る情報を検出するセンサーと、該センサーからの信号を元に内燃機関を制御する制御装置と、内燃機関の運転状況に基づいて放電電圧、還元剤量を制御する制御装置とを有する請求項1に記載の排気ガス浄化装置。

【請求項4】 内燃機関からの排気ガス中の炭化水素量を検出するセンサーを放電領域よりも排気ガス上流側に有する請求項1～3のいずれかに記載の排気ガス浄化装置。

【請求項5】 内燃機関からの排気ガスを浄化する装置であって、内燃機関の排気管に設けた触媒と、該触媒又は該触媒に対して排気ガス上流側の少なくとも一方で放電を発生させることで排気ガスの温度を上昇させる効果、排気ガスを活性化させる効果、触媒の温度を上昇させる効果、触媒の活性を向上させる効果のうちの1つ以上の効果により触媒の被毒劣化を抑制せしめる放電装置と、該放電装置に電圧をかける高電圧電源と、触媒が被毒劣化し易い状態か否かを判定し、高電圧電源を制御する易被毒劣化状態判定・制御手段とを有することを特徴とする触媒被毒劣化抑制機能を有する排気ガス浄化装置。

【請求項6】 内燃機関からの排気ガスを浄化する装置であって、内燃機関の排気管に設けた触媒と、該触媒又は該触媒に対して排気ガス上流側の少なくとも一方で放電を発生させることで排気ガスの温度を上昇させる効果、排気ガスを活性化させる効果、触媒の温度を上昇させる効果、触媒の活性を向上させる効果のうちの1つ以上の効果により硫黄被毒触媒の被毒劣化を回復せしめる放電装置と、該放電装置に電圧をかける高電圧電源と、触媒が被毒劣化された状態を判定し、高電圧電源を制御する被毒劣化状態判定・制御手段とを有することを特徴とする触媒被毒劣化回復機能を有する排気ガス浄化装置。

【請求項7】 内燃機関からの排気ガスを浄化する装置であって、内燃機関の排気管に設けた触媒と、該触媒又は該触媒に対して排気ガス上流側の少なくとも一方で放

電を発生させることで排気ガスの温度を上昇させる効果、排気ガスを活性化させる効果、触媒の温度を上昇させる効果、触媒の活性を向上させる効果のうちの1つ以上の効果により触媒の被毒劣化を抑制・回復せしめる放電装置と、該放電装置に電圧をかける高電圧電源と、触媒が被毒劣化し易い状態か否か又は触媒が被毒劣化した状態かを判定し、高電圧電源を制御する被毒劣化状態判定・制御手段とを有することを特徴とする触媒被毒劣化抑制・回復機能を有する排気ガス浄化装置。

【請求項8】 内燃機関の筒内又は放電発生領域よりも排気ガス上流側の排気管中の少なくとも一方で還元剤を添加する還元剤添加装置を有する請求項5～7のいずれかに記載の排気ガス浄化装置。

【請求項9】 前記放電装置は、触媒の排気ガス上流側に設けた電極間に誘電体を挟んだものであることを特徴とする請求項1～8のいずれかに記載の排気ガス浄化装置。

【請求項10】 前記放電装置は、導電性金属から構成された排気管ケースと該排気管ケース内面に密接して設けられた筒状の絶縁物と、該絶縁物に密接して設けられた複数の板状の電極とからなり、該電極の円周方向の長さ(m)と該電極間の円周方向の長さ(n)との比が、 $m/n = 1/1 \sim 1/10$ であることを特徴とする請求項1～8のいずれかに記載の排気ガス浄化装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関からの排気ガスを浄化する装置、特に、触媒の活性向上、触媒の劣化の抑制、触媒の劣化の回復のための放電手段、制御手段を有することを特徴とする排気ガス浄化装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】内燃機関から排出される排気ガス中の $\text{NO}_x$  ( $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ) を浄化する技術として、アルミナ、ゼオライト系の還元触媒を用いてHCの存在下で還元除去しようとするもの、排気ガスに放電処理を施して排気ガス中の気体分子を活性化し、 $\text{NO}_x$  除去を良くしようとする技術などが提案されてきている。それらの内燃機関から排出される排気ガス中の $\text{NO}_x$  を浄化する技術の中で、内燃機関の排気管中にコロナ放電を施し、コロナ放電により $\text{NO}$ を $\text{NO}_2$ に酸化すると同時に放電によりガス温度が上昇することで、触媒の浄化活性温度を低温化すること及び浄化効率を上げることが知られている(特開平7-247827号公報)。

【0003】また、還元触媒の硫黄による劣化の問題を解決しようとする技術としては、空燃比がリーンであるときに排気ガス中の $\text{NO}_x$  を吸収し、空燃比がリッチであるときに吸収した $\text{NO}_x$  を放出する $\text{NO}_x$  吸蔵剤を使用した内燃機関の排気ガス浄化装置であって、 $\text{NO}_x$  吸蔵剤に吸収された硫黄吸収量が予め定められた所定量以

上となったことを判断する硫黄吸収量判断手段と、それによって所定量以上の硫黄が吸収されたと判断されたときに空燃比をリッチに設定するとともに、排気ガス浄化装置に流入する排気ガスの発熱量を増大する発熱量増大手段とを備えた内燃機関の排気ガス浄化装置の発明が開示されている。即ち、硫黄被毒した $\text{NO}_x$  吸蔵剤に対して、外部から電気ヒータなどにより加熱することなく硫黄を放出させるもので、排出ガスの発熱量を増大させるため、リーン失火手段により強制的に失火させ、出てきた炭化水素(HC)を触媒で燃焼させて排気ガス温度を上昇させ、また、点火時期を遅角制御させ、排気ガス温度を上昇させるものであることが開示されている(特開平10-54274号公報)。

#### 【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記の内燃機関の排気管中にコロナ放電を発生させ、それにより排気ガス中の $\text{NO}_x$  を浄化する発明においては、還元剤としてHCを添加する炭化水素供給装置を還元触媒の入口に設置して、コロナ放電装置の上流には炭化水素を供給する装置は特に無い。図20は、HCが存在する場合と存在しない場合において、排気ガス温度と放電によりNOから $\text{NO}_2$  に酸化される量との関係を表わしたグラフである。ところで、コロナ放電でNOを $\text{NO}_2$  に酸化する場合には、HCが必要になる。これは、NOの酸化反応がちょうど光化学反応と同じ反応をするため、HCが存在しないガス中ではNOが $\text{NO}_2$  に酸化する反応はほとんど進まないからである。図20から明らかなように、コロナ放電下で、HC存在時においては、排気ガスが低温の時からNOの $\text{NO}_2$  への酸化が認められるが、HCが存在しない場合には酸化はほとんど認められない。上記の発明では、HCを添加する炭化水素供給装置をコロナ放電装置と還元触媒との間に設置しているため、コロナ放電装置にはHCが供給されない。そのため、ディーゼルエンジン等のような内燃機関において燃料が完全に燃焼した場合には、排気ガス中にはHCは存在せず、この結果、NOを $\text{NO}_2$  に酸化させることができない。また、 $\text{NO}_2$  還元時においてもコロナ放電でHCも分解、イオン化した方が浄化率が向上すると共に活性温度を下げるができるが、しかし、上記の発明では、HCはコロナ放電装置を通らないためHCの分解、イオン化をすることができず、放電による効果が得られないという問題がある。更に、還元剤としてのHCは内燃機関の筒内で添加することにより、部分酸化されて $\text{NO}_x$  浄化効率が上がることも知られているが、上記の発明では、この効果を利用することもできないという問題がある。

【0005】また、上記の内燃機関の排気浄化装置の発明は、排気ガス温度を上昇させて硫黄被毒触媒の温度を上昇させ、硫黄被毒を回復させるものであるが、 $\text{NO}_x$  吸蔵触媒の温度を硫黄被毒が回復可能なレベルまで上昇

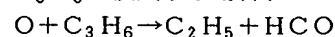
させるためには、多量のHCを必要とし、このため失火制御を多数回繰り返すことが必要で、内燃機関の運転状態が不安定になるという問題がある。また、遅角制御で排気ガス温度を上げる場合も、エンジンの運転バランスが崩れ、エンジン出力が変化して乗り心地が悪くなる。このように、運転状態が変化することで、車両を安定走行させることが難しいという問題がある。また、燃焼によって触媒温度を上げる場合、周りの排気管も緩める必要があることから温度上昇に時間がかかり、その間無駄な燃料を消費することになり、更に被毒回復後、通常の使用をする場合、触媒の持つ熱容量で今度は逆に温度が下がり、その間 $\text{NO}_x$  浄化ができない状態となるという問題もある。以上の理由から、HCを燃焼させることで、触媒の温度を上げ硫黄被毒を回復させる方法には多くの問題があると言える。

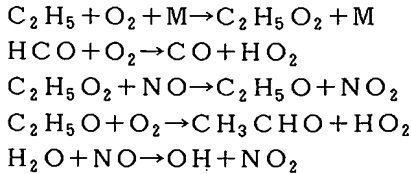
【0006】本発明は、上記の問題点を鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、内燃機関から排出される排気ガス中の $\text{NO}_x$  除去を良好に行なおうとする際に、(1)還元剤含有排気ガス及び触媒を活性化し、NOの $\text{NO}_2$  への酸化、 $\text{NO}_2$  の $\text{N}_2$  への還元をより効果的に行う、(2) $\text{NO}_x$  吸蔵還元触媒、選択還元型 $\text{NO}_x$  触媒等の触媒(例えば、アルミナ、ゼオライト系の還元触媒)に硫黄被毒が生じるのを抑制・制御する、(3)発生した硫黄被毒触媒の劣化を回復する、(4)触媒への硫黄被毒の抑制・制御、発生した硫黄被毒触媒の劣化回復を、上記のような内燃機関の運転状態のバランスを崩すことがない状態でもできる、ような排気ガス処理装置を提供することである。

#### 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、内燃機関から排出される排気ガス中の $\text{NO}_x$  除去を行なう際に使用する $\text{NO}_x$  吸蔵還元触媒及び選択還元型 $\text{NO}_x$  触媒(以下、単に「触媒」ということがある。)の還元剤存在下での触媒作用、その触媒作用とプラズマ放電との関係、触媒に硫黄被毒が生じる現象、そのことによる触媒の劣化、硫黄被毒触媒の回復等について調査・研究をしていたところ、次のようなことを見だし、本発明を完成したものである。

【0008】[NOの $\text{NO}_2$  への酸化について]ディーゼルエンジン等から排出される排気ガス中の窒素酸化物( $\text{NO}_x$ )にはNOが多いが、選択還元触媒の場合、NOよりも $\text{NO}_2$  の方が浄化率が高いこと(上記特開平7-247827号公報の図9、10を参照)。しかし、NOの $\text{NO}_2$  への酸化は、光化学反応と同様であるためにHCが必要であり、HCが存在しない環境下では、 $\text{NO}_2$  への酸化はプラズマ放電領域においてもほとんど進まないこと、即ち、プラズマ放電により、HCの存在下でのNOの $\text{NO}_2$  への酸化反応は、例えば、HCとして $\text{C}_3\text{H}_6$ を使用する場合、





のような反応が生じ、NOがNO<sub>2</sub>に酸化されること。したがって、NOがNO<sub>2</sub>になるためにはHCが必要であること（鈴木伸著、「大気科学」、東京大学出版1979, p. 37~40参照）。

〔触媒活性について〕HCがプラズマ放電領域を通ることによりイオン化もしくは分解され、プラズマと接触した触媒の活性が向上し、触媒反応が進みやすくなり、また、プラズマ放電により触媒と接触する排気ガスの温度も上昇するため、エンジンから排出される排気ガスの温度が低温域にある時から高いNO<sub>x</sub>浄化を得ることができること、NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒の場合、NOよりもNO<sub>2</sub>の方がより低温で触媒に吸蔵されること、排気ガスの温度が触媒で十分浄化できる温度ではプラズマ放電を発生しなくとも排気ガスの浄化率を高い状態に維持できること。

【0009】〔触媒への硫黄被毒について〕NO<sub>x</sub>吸蔵還元型触媒では、内燃機関から排出されたNO<sub>x</sub>を吸蔵する場合NOが触媒表面上で酸化されてNO<sub>2</sub>、NO<sub>3</sub>となって吸蔵されること、他方、SO<sub>2</sub>が触媒表面上に到達した場合には、SO<sub>2</sub>がSO<sub>3</sub>となってNO<sub>3</sub>の代わりに吸蔵されるが、通常の内燃機関運転領域である排気ガスが低温の状態（600℃以下）では、吸蔵されたSO<sub>3</sub>がなかなか還元されず、硫黄被毒として触媒の吸蔵能力を悪化させる原因になること、NO<sub>2</sub>とSO<sub>2</sub>の双方が触媒表面に到達した場合には、SO<sub>2</sub>と比較してNO<sub>2</sub>の方がより触媒に吸蔵されやすいこと、触媒あるいは触媒に対して排気ガス上流側で、適当な電圧で放電を発生させることにより、排気ガス中のNOを選択的にNO<sub>2</sub>に酸化させることができること、還元剤のHC成分をプラズマ放電により部分酸化、分解することで生成されるCO或いはH<sub>2</sub>によりSO<sub>3</sub>は、SO<sub>2</sub>として放出することができること、O<sub>2</sub>が存在しない雰囲気場においても、HCはラジカル化しSO<sub>3</sub>の還元反応を促進することができること、NO<sub>2</sub>はSO<sub>2</sub>と比較して素早く触媒に吸蔵される性質があるため、硫黄被毒が生じる前に吸蔵され、硫黄被毒がされにくくなること、結果として、硫黄が含まれた燃料を使用しても、硫黄被毒がしにくい状態とすることができること。

【0010】〔対策手段について〕

・NOのNO<sub>2</sub>への酸化に対して、内燃機関の筒内あるいは排気管にHCを添加せず、HCが無い状態では、プラズマ放電によってもNOがNO<sub>2</sub>に酸化されにくいいため、筒内もしくは排気管内のプラズマ放電領域よりも排気ガス上流側に、還元剤（HC）を添加する還元剤添加装置を設け、HCを添加することが必要であること。

・触媒活性について、内燃機関の状態に応じて（排気ガス温度の高低などに応じて）プラズマ放電の発生状態を制御することが必要であること。

・触媒への硫黄被毒の抑制・制御に対して、触媒が被毒し易い排気ガス雰囲気にあるかどうかを判定（検出もしくは推定）し、被毒回避のための放電を発生させるべきか否かの制御をする易被毒劣化状態判定・制御手段を設けることが必要であること。

・硫黄被毒触媒の劣化回復に対して、触媒の被毒劣化状態を判定（検出もしくは推定）し、被毒回復のための放電を発生させるべきか否かの制御をする被毒劣化状態判定・制御手段を設けることが必要であること。以上のような現象及び対策手段を見いだすことにより本発明を完成したものである。

【0011】即ち、本発明に係る排気ガス浄化装置は、「内燃機関からの排気ガスを浄化する装置であって、内燃機関の排気管に設けた触媒と、該触媒又は該触媒に対して排気ガス上流側の少なくとも一方で放電を発生させる放電装置と、該放電装置に電圧をかける高電圧電源と、内燃機関の筒内又は放電発生領域よりも排気ガス上流側の排気管中の少なくとも一方で還元剤を添加する還元剤添加装置とを有することを特徴とする触媒の活性向上機能を有する排気ガス浄化装置。」（請求項1）を要旨（発明を特定する事項）とする。また、本発明に係る排気ガス浄化装置は、

・排気ガス温度を計測するガス温度計と、該温度計からの計測温度に基づいて放電電圧、還元剤量を制御する制御装置を有すること（請求項2）、

・内燃機関の回転数、負荷、吸入空気量、主噴射燃料量などの運転状態に係る情報を検出するセンサーと、該センサーからの信号を基に内燃機関を制御する制御装置と、内燃機関の運転状況に基づいて放電電圧、還元剤量を制御する制御装置とを有すること（請求項3）、

・内燃機関から排出される排気ガス中の炭化水素量を検出するセンサーを放電領域よりも排気ガス上流側に有すること（請求項4）、

・上記放電装置が、触媒の排気ガス上流側に設けた電極間に誘電体を挟んだものであること（請求項9）、

・上記放電装置が、導電性金属から構成された排気管ケースと該排気管ケース内面に密接して設けられた筒状の絶縁物と、該絶縁物に密接して設けられた複数の板状の電極とからなり、該電極の円周方向の長さ（m）と該電極間の円周方向の長さ（n）との比が、 $m/n = 1/1 \sim 1/10$ であること（請求項10）、の少なくとも一つを、発明を特定する事項とすることができる。

【0012】また、本発明に係る排気ガス浄化装置は、「内燃機関からの排気ガスを浄化する装置であって、内燃機関の排気管に設けた触媒と、該触媒又は該触媒に対して排気ガス上流側の少なくとも一方で放電を発生させることで排気ガスの温度を上昇させる効果、排気ガスを

活性化させる効果、触媒の温度を上昇させる効果、触媒の活性を向上させる効果のうちの1つ以上の効果により触媒の被毒劣化を抑制せしめる放電装置と、該放電装置に電圧をかける高電圧電源と、触媒が被毒劣化し易い状態か否かを判定し、高電圧電源を制御する易被毒劣化状態判定・制御手段とを有することを特徴とする触媒被毒劣化抑制機能を有する排気ガス浄化装置。」(請求項5)を要旨(発明を特定する事項)とする。また、本発明に係る排気ガス浄化装置は、

- ・内燃機関の運転状態をコントロールする内燃機関制御装置を有すること、
- ・内燃機関の筒内又は放電発生領域よりも排気ガス上流側の排気管中の少なくとも一方で還元剤を添加する還元剤添加装置を有すること(請求項8)、
- ・上記放電装置が、触媒の排気ガス上流側に設けた電極間に誘電体を挟んだものであること(請求項9)、
- ・上記放電装置が、導電性金属から構成された排気管ケースと該排気管ケース内面に密接して設けられた筒状の絶縁物と、該絶縁物に密接して設けられた複数の板状の電極とからなり、該電極の円周方向の長さ(m)と該電極間の円周方向の長さ(n)との比が、 $m/n = 1/1 \sim 1/10$ であること(請求項10)、の少なくとも一つを、発明を特定する事項とすることができる。

【0013】また、本発明に係る排気ガス浄化装置は、「内燃機関からの排気ガスを浄化する装置であって、内燃機関の排気管に設けた触媒と、該触媒又は該触媒に対して排気ガス上流側の少なくとも一方で放電を発生させることで排気ガスの温度を上昇させる効果、排気ガスを活性化させる効果、触媒の温度を上昇させる効果、触媒の活性を向上させる効果のうちの1つ以上の効果により硫黄被毒触媒の被毒劣化を回復せしめる放電装置と、該放電装置に電圧をかける高電圧電源と、触媒が被毒劣化された状態を判定し、高電圧電源を制御する被毒劣化状態判定・制御手段とを有することを特徴とする触媒被毒劣化回復機能を有する排気ガス浄化装置。」(請求項6)を要旨(発明を特定する事項)とする。また、本発明に係る排気ガス浄化装置は、

- ・内燃機関の運転状態をコントロールする内燃機関制御装置を有すること、
- ・内燃機関の筒内又は放電発生領域よりも排気ガス上流側の排気管中の少なくとも一方で還元剤を添加する還元剤添加装置を有すること(請求項8)、
- ・上記放電装置が、触媒の排気ガス上流側に設けた電極間に誘電体を挟んだものであること(請求項9)、
- ・上記放電装置が、導電性金属から構成された排気管ケースと該排気管ケース内面に密接して設けられた筒状の絶縁物と、該絶縁物に密接して設けられた複数の板状の電極とからなり、該電極の円周方向の長さ(m)と該電極間の円周方向の長さ(n)との比が、 $m/n = 1/1 \sim 1/10$ であること(請求項10)、の少なくとも

一つを、発明を特定する事項とすることができる。

【0014】また、本発明に係る排気ガス浄化装置は、「内燃機関からの排気ガスを浄化する装置であって、内燃機関の排気管に設けた触媒と、該触媒又は該触媒に対して排気ガス上流側の少なくとも一方で放電を発生させることで排気ガスの温度を上昇させる効果、排気ガスを活性化させる効果、触媒の温度を上昇させる効果、触媒の活性を向上させる効果のうちの1つ以上の効果により触媒の被毒劣化を抑制・回復せしめる放電装置と、該放電装置に電圧をかける高電圧電源と、触媒が被毒劣化し易い状態か否かまたは触媒が被毒劣化した状態かを判定し、高電圧電源を制御する被毒劣化状態判定・制御手段とを有することを特徴とする触媒被毒劣化抑制・回復機能を有する排気ガス浄化装置。」(請求項7)を要旨(発明を特定する事項)とする。また、本発明に係る排気ガス浄化装置は、

- ・内燃機関の運転状態をコントロールする内燃機関制御装置を有すること、
- ・内燃機関の筒内又は放電発生領域よりも排気ガス上流側の排気管中の少なくとも一方で還元剤を添加する還元剤添加装置を有すること(請求項8)、
- ・上記放電装置が、触媒の排気ガス上流側に設けた電極間に誘電体を挟んだものであること(請求項9)、
- ・上記放電装置が、導電性金属から構成された排気管ケースと該排気管ケース内面に密接して設けられた筒状の絶縁物と、該絶縁物に密接して設けられた複数の板状の電極とからなり、該電極の円周方向の長さ(m)と該電極間の円周方向の長さ(n)との比が、 $m/n = 1/1 \sim 1/10$ であること(請求項10)、の少なくとも一つを、発明を特定する事項とすることができる。

#### 【0015】

【発明の実施の形態】本発明は、内燃機関からの排気ガスを浄化する装置において、(1)筒内または排気管内のプラズマ放電領域よりも排気ガス上流側(以下、単に「上流側」という)に、還元剤(HC)を添加する還元剤添加装置を設けること、(2)内燃機関の状態に応じてプラズマ放電の発生状態を制御すること、(3)触媒が被毒しやすい排気ガス雰囲気にあるかどうかを判定(検出または推定)し、被毒回避のための放電を発生させるべきか否かを判定・制御する易被毒劣化状態判定・制御手段を設けること、(4)触媒の被毒劣化状態を判定(検出又は推定)し、被毒回復のための放電を発生させるべきか否かを判定・制御する被毒劣化状態判定・制御手段等を設けること、を特徴とするものである。

【0016】以下において、本発明の実施の形態を図面を参照して、詳細に説明するが、本発明は、以下の実施の形態によって限定されるものではない。図1は、本発明に係る内燃機関の排気ガス浄化装置の第1の実施形態の概略図である。即ち、触媒活性機能を有する排気ガス浄化装置の概略図である。該内燃機関の排気ガス浄化装

置は、ディーゼルエンジン等の内燃機関 1 の排気管 2 に設けられた排気管ケース 2'、排気管ケース 2' 内に上流側から順次配置された放電装置 7 と触媒 3、放電装置 7 の電極間にパルス状の高電圧を供給するパルス高電圧発生装置 5、排気管ケース 2' の上流側及び下流側に設けられた排気ガスの温度を計測するための温度計 8 1、8 2、内燃機関 1 の運転状態をコントロールする内燃機関制御装置 9 1、内燃機関制御装置 9 1 に制御に必要な情報を計測するセンサー 9、放電装置 7 の放電を開始するか否かを決め、パルス高電圧発生装置 5 を制御する第 2 内燃機関制御装置 9 2、排気ガスを浄化するために必要な還元剤を排気管 2 の放電発生領域よりも上流側に添加する還元剤添加装置 1 0 とから構成されている。内燃機関制御装置 9 1 は、センサー 9 で計測されたアクセル量、エンジン回転数、冷却水温などの信号をもとに、内燃機関 1 の運転状態を制御する。排気ガス温度を直接計測する代わりに内燃機関の運転状態から推定してもよい。その場合には、温度計 8 1 を省略することができる。また、温度計 8 2 により触媒後方（触媒出口）からの排出ガス温度を計測する代わりに触媒 3 中の温度を計測してもよい。また、還元剤を排気管 2 の放電発生領域よりも上流側に添加する還元剤添加装置 1 0 の代わりに、筒内に還元剤（HC）を添加する装置でもよい。いずれの場合も、放電発生領域よりも上流側で HC が添加されるために、放電領域においては必要な HC が供給され、また、排気ガス温度が高温である場において HC が添加されることになり、HC は容易に気化し、排気ガス中に均一に混ざることになる。更に、放電を触媒 3 の上流側で発生させる代わりに触媒 3 中で発生させてもよく、この場合には、触媒表面での反応が促進され、より浄化活性を上げることができるし、排気ガス低温での  $\text{NO}_x$  の触媒への吸蔵による効果と触媒表面での反応の活性効果との相乗効果により高い  $\text{NO}_x$  浄化率が得られる。

【0017】図 2 は、放電装置 7 の具体的な構成の一例を示す図であり、図 3 は、図 2 の X、X 切断断面図である。1 0 1 は、排気管ケースで導電性の金属で構成されており、接地されていて陰極となる。1 0 2 は、排気管ケース 1 0 1 内に設けられた絶縁物で、セラミック又は石英等で作られていて、金属の排気管ケース 1 0 1 と密接している。1 0 3 は、導電性の陽極電極で、絶縁物 1 0 2 の内側に密接して設けられる。電極の円周方向の長さ（m）と電極間の円周方向の長さ（n）との比は、 $m/n = 1/1 \sim 1/10$  の間の適当な値に設定されている。電極 1 0 3 には、プラグ 1 0 5 より導線が繋がれており、パルス高電圧発生装置 5 より高電圧が供給される。1 0 4 は、スペーサーで、排気ガスが電極の近傍を通過するように中央部に設置されている。スペーサー 1 0 4 は、碍子 1 0 6 により排気管ケース 1 0 1 に固定されていて、排気管ケース 1 0 1、陽極電極 1 0 3 とは絶

縁状態にある。

【0018】次に、上記内燃機関の排気ガス浄化装置による排気ガスの浄化について、図面を参照して詳細に説明する。図 4 は、排気ガス温度と窒素酸化物の発生量（ $\text{TNO}_x$ ）と当量比との関係を表わしたグラフであり、図 5 は、エンジン回転数と噴射燃料量と等未燃 HC 濃度線との関係を表わしたグラフであり、図 6 は、排気ガス温度と窒素酸化物の発生量（ $\text{TNO}_x$ ）との関係を表わしたグラフであり、図 7 は、窒素酸化物の発生量と放電装置に印加するパルス電圧との関係を表わした図である。

【0019】[還元剤添加量の制御] センサー 9 で計測したエンジン回転数、吸入空気量、負荷と燃料量が第 1 内燃機関制御装置 9 1 の信号として第 2 内燃機関制御装置 9 2 に伝達される。第 2 内燃機関制御装置 9 2 では、吸入空気量と燃料量とから当量比を算出し、得られた当量比と温度計 8 1 で計測した排気ガス温度とから図 4 に示すマップにより、窒素酸化物の発生量（ $\text{TNO}_x$ ）を求める。また、第 2 内燃機関制御装置 9 2 では、エンジン回転数と燃料量から図 5 に示すマップを用いて未燃 HC 量（ $\text{THC}_{\text{map}}$ ）を算出し、冷却水温（ $T_w$ ）による補正を次式で加え、補正した未燃 HC 量（ $\text{THC}$ ）を求める。

$$\text{THC} = \text{THC}_{\text{map}} - a a T_w + b b \quad (a a, b b \text{ は定数})$$

次に、第 2 内燃機関制御装置 9 2 では、 $\text{TNO}_x$  と  $\text{THC}$  から、次式で還元剤添加装置から添加する HC 量（ $\text{AHC}$ ）を算出し、添加する HC 量を制御する。

$$\text{AHC} = a \text{TNO}_x - \text{THC} \quad (a \text{ は定数})$$

なお、排気管内の未燃 HC 量は、回転数、燃料噴射量、冷却水温から推定したが、放電装置と内燃機関との間の排気管中に  $\text{NO}_x$  センサーや HC センサーを取付、直接測定してもよい。また、 $\text{HC}(\text{THC}_{\text{map}})$  量は、排気管中にセンサーを設け、直接測定してもよい。還元剤添加装置から添加する HC 量（ $\text{AHC}$ ）は、排気ガス温度を計測するガス温度計からの計測温度に基づいて制御することもできる。即ち、排気ガス温度が高温になり、触媒のみで排気ガス浄化が進む温度域では、放電を中止し、還元剤量も触媒による排気ガス浄化に必要な量のみ制限する。このような時には、排気ガス温度を計測するガス温度計からの計測温度にのみ基づいて制御することができる。

【0020】[放電電圧の制御] 触媒出口の排気ガス温度が温度計 8 2 で計測され、第 2 内燃機関制御装置 9 2 では、上記のようにして得られた窒素酸化物の発生量（ $\text{TNO}_x$ ）と温度計 8 2 で計測された排気ガス温度とから放電を発生させるか否かを判定する。即ち、 $\text{TNO}_x$  及び温度計 8 2 で計測された排気ガスの温度が、図 6 における（i）の領域（この領域は、触媒温度が低温で触媒 3 の効果が少なく排気ガス中の  $\text{NO}_x$  量が多い領域



である)に入っている場合は、排気ガスに放電を施し、 $\text{NO}$ を $\text{NO}_2$ に酸化させるとともに還元剤も分解、イオン化させる。この放電により、 $\text{NO}_x$ を $\text{NO}_2$ として触媒3に吸着させるとともに反応温度を低温側にシフトさせ、排出される $\text{NO}_x$ 量を低減することができる。また、 $\text{TNO}_x$ 及び温度計82で計測した排気ガス温度が、図6における(ii)の領域(この領域は、 $\text{NO}_x$ 量が少ないか又は触媒温度が高い状態なので、触媒活性が得られる領域である)に入っている場合は、放電をやめ浄化を触媒の能力にまかせる。これにより、放電エネルギーを節約することができる。第2内燃機関制御装置92では、上記の放電を発生させるか否かの判断をするとともに図7にしたがってパルス高電圧発生装置5より放電装置7に供給するパルス電圧を決定し、その信号をパルス高電圧発生装置5に送る。信号を受け取ったパルス高電圧発生装置5では、その信号に応じてパルス電圧を放電装置7に供給する。放電装置7では、高電圧が図2で示した電極にかけられると図3中のnの部分にプラズマが発生する。プラズマを効率良く発生させるためには、電極の円周方向の長さ(m)と電極間の円周方向の長さ(n)との関係が重要で、これは課題とするシステム(本発明が適用される $\text{NO}_x$ 浄化システム)で変更する必要がある。図面に示されている例では、その比は、 $m/n=1/1$ である。なお、陰極電極101と陽極電極103は、絶縁体102に密着している方が効率良くプラズマを発生することができる。また、上記のような放電電圧の制御を、センサー9で計測したエンジン回転数、吸入空気量、負荷、燃料量等の内燃機関に係る情報と排出ガス温度を計測した温度計81、82等からの信号との両方の信号に基づいて行なう代わりに、排気ガス温度が高温になり、触媒のみで排気ガス浄化が進む温度域では、排出ガス温度を計測した温度計81、82等からの信号のみに基づいて行なってもよい。

【0021】図8は、本発明と従来技術(放電装置が無い排気ガス浄化装置)について、排気ガス温度に対する触媒出口での $\text{NO}_x$ 量を示したグラフである。このグラフは、内燃機関の負荷を徐々に上げ、内燃機関からの排気ガス温度が徐々に上昇していった場合の触媒出口での $\text{NO}_x$ 量をプロットしたものである。図8から、触媒のみを使う従来技術では、排気ガスが低温の領域(図8中Bの領域)では $\text{NO}_x$ 浄化はほとんど進まないこと、排気ガス温度が上昇するにつれて、触媒の活性が現れる様になり、Dの領域になると十分な浄化が始まること、このため、低温域ではほとんど $\text{NO}_x$ の浄化がされないことが明らかである。他方、本発明においては、触媒活性がない排気ガス低温のBの領域では、 $\text{NO}$ が $\text{NO}_2$ にされることで、触媒および配管中に吸着され(低温時には、燃焼ガスの水分が配管内部に付くため、これに吸着される)、触媒出口からの排出が抑制されること、排気ガス温度の上昇にともない触媒温度が上昇してくると触

媒の活性が働き始めるが、 $\text{HC}$ が放電により部分分解、イオン化されることで、放電がない場合と比較して排気ガスが低温のときから触媒活性が生じていることが明らかである。また、図8中のBの領域では、放電がない従来技術においては触媒活性が十分得られていないが、本発明においては放電装置によって触媒活性が得られていること、A点より高温の温度においては、放電装置を作動させなくとも触媒の十分な活性が得られるため、従来技術における同じ浄化特性が得られていることが明らかである。このように、本発明によれば、常に変化する排気ガス温度に対しても常に高い浄化率を提供することが可能になる。なお、放電により排気ガスの浄化を行う場合、その排気ガスの温度、組成、流量(放電中の滞在時間)に対応した適切な電流、電圧が存在する。そのため、エンジンの運転状態の信号からその時の排気ガス温度、組成、流量を推察したり、また、直接排気管中で測定することにより、その時の排気ガス状態に最も適した電圧、電流をかけるよう制御することも可能である。このような制御により、消費電力を抑えて効率良く排気ガスの浄化をすることができる。

【0022】図9は、本発明に係る内燃機関の排気ガス浄化装置の第2の実施形態の概略図である。即ち、被毒抑制機能を有する内燃機関の排気ガス浄化装置の概略図を示すものである。図10は、本発明に係る内燃機関の排気ガス浄化装置の第2の実施形態の電極部分の他の構造を示したものである。該内燃機関の排気ガス浄化装置は、内燃機関1の排気管2に設けられた触媒3、触媒3の上流側に設けられた通気性を有する円盤状の一对の電極42、43、一对の電極42、43間にパルス状の高電圧を供給するパルス高電圧発生装置5、内燃機関1の運転状態をコントロールする内燃機関制御装置91、内燃機関制御装置91に制御に必要な情報を計測するセンサー9、触媒3が被毒され易い状態にあるか否かを判定(検出又は推定)し、パルス高電圧発生装置5を制御する易被毒劣化状態判定・制御手段93、易被毒劣化状態判定・制御手段93が判断するための材料として用いる、一对の電極42、43と触媒3よりも上流側のガス温度と、触媒を通過した後の排気ガス温度とを計測する温度計81、82とから構成されている。なお、一对の電極42、43間に放電(プラズマ)が生じやすいように誘電体41(例えば、アルミナ)を挟むこともできる。また、上記の装置では、触媒3の上流側に設けられた通気性を有する円盤状の一对の電極42、43の代わりに、図10に示されているように、触媒3の上流側に設けられた棒状の電極44と、その電極44と対応した位置で、排気管2の外周に筒状の電極45とを設けてもよい。また、上記の装置では、内燃機関の筒内あるいは排気管に還元剤( $\text{HC}$ )を添加する還元剤添加装置を設けていないが、 $\text{HC}$ が無い状態では、放電により $\text{NO}$ が $\text{NO}_2$ に酸化されにくいために、筒内への $\text{HC}$ 添加もし

くは排気管内へのHC添加を行う還元剤添加装置を設けることも可能である。

【0023】次に、上記内燃機関の排気ガス浄化装置による排気ガスの浄化について、図面を参照して詳細に説明する。図11は、触媒前後における排気ガスの平均温度と排気ガス中の硫黄の量との関係を表わした図である。内燃機関制御コンピューター91は、センサー9で計測されたアクセル量、エンジン回転数、冷却水温等の信号をもとに、内燃機関1の運転状態を制御する。同時に噴射燃料量、エンジン回転数、EGR量からの排気ガス量を易被毒劣化状態判定手段93に伝達する。更に、易被毒劣化状態判定手段93には、触媒前後に設けた温度計81、82からの信号が入力される。易被毒劣化状態判定手段93では、噴射された燃料と吸入空気量から、排気ガス中の硫黄濃度を推定する。燃料に含まれている硫黄量はほぼ一定であるため、燃料量から硫黄量（イオウ濃度）は推定できる。更に、温度計81、82の平均温度を求める。そして、図11で示したグラフにおいて領域Cに入った場合、易被毒劣化状態判定手段93が、触媒が被毒されやすい状態であると判定して放電発生信号をパルス高電圧発生装置5に送る。パルス高電圧発生装置5は、信号を受け取ると高電圧パルスを発生し、電極42、43を介して排気ガスに高電圧パルスをかけて放電を発生させる。ここでは、高電圧を、より効果が高い高電圧パルスとして発生させるパルス高電圧発生装置を用いたが、定圧の高電圧発生装置でも構わない。

【0024】図12は、本発明と従来技術（硫黄被毒の抑制装置を用いない方法）について、使用時間に対する触媒の $\text{NO}_x$ の吸収能力（吸蔵可能量）を示したグラフである。図12は、触媒内の $\text{NO}_x$ を一度還元したときの $\text{NO}_x$ 吸蔵量の変化（再生処理された後の触媒の $\text{NO}_x$ 吸蔵量の変化）を、使用時間に対して示したものである。本発明では、より長時間に渡って $\text{NO}_x$ 吸収能力があるのに対して、従来技術では、すぐ硫黄に被毒され吸収できなくなることが分かる。図12から、本発明では、触媒としての劣化時期を大幅に改善できることが明らかである。このことは、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒では、内燃機関から排出されたNOは触媒表面上で酸化され $\text{NO}_2$ 、 $\text{NO}_3$ となって吸蔵されるが、他方、一般には $\text{SO}_2$ が $\text{SO}_3$ となって $\text{NO}_3$ の代わりに吸蔵されるものと考えられる。また、放電では、 $\text{SO}_2$ の酸化（ $\text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3$ ）よりもNOの酸化（ $\text{NO} \rightarrow \text{NO}_2$ ）の方が進み

$$L_{rich} = f(rpm, Gegr, Fuel) - (1)$$

【0027】図15は、排気ガス温度と触媒に硫黄が吸蔵され易い状態との関係を表わしたグラフである。リーン雰囲気における吸蔵還元触媒のイオウ吸蔵は、ある温度域で盛んになり、排気ガス低温側では少ない。また、排気ガス高温域では触媒内に入ったイオウは吸蔵される前に触媒外へ出てしまう上、吸蔵されていたイオウも放

やすい。この時、 $\text{NO}_2$ が触媒に到達した場合には、 $\text{SO}_2$ と比較して $\text{NO}_2$ の方がより触媒に吸蔵されやすく、そこで、本発明においては、放電によって、排気ガス中のNOのみが $\text{NO}_2$ に酸化され、触媒に到達するために、 $\text{SO}_2$ と比較して $\text{NO}_2$ の方が触媒に吸蔵され、その結果、硫黄被毒がされにくくなるものと考えられる。

【0025】図13は、本発明に係る内燃機関の排気ガス浄化装置の第3の実施形態の概略図を示す図である。即ち、被毒回復機能を有する内燃機関の排気ガス浄化装置の概略図を示すものである。該内燃機関の排気ガス浄化装置は、内燃機関1、排気管2に設けられた触媒3、触媒3を挟む形で設けられ、触媒3に高電圧をかける電極4、4にパルス状の高電圧を供給するパルス高電圧発生装置5、内燃機関1の運転状態をコントロールする内燃機関制御装置91、内燃機関制御装置91に制御に必要な情報を計測するセンサー9、触媒3の被毒劣化状態を判定（検出又は推定）し、パルス高電圧発生装置5を制御する被毒劣化状態判定・制御手段94、被毒劣化状態判定・制御手段94が被毒劣化状態を判断するための情報として用いる触媒入り口のガス温度を計測する温度計8、被毒劣化触媒を回復させるために必要な還元剤を内燃機関1の筒内に添加する還元剤添加装置10とから構成されている。なお、還元剤添加装置10の代わりに内燃機関1の制御により、添加剤を筒内に添加する形をとってもよい。また、筒内ではなく内燃機関出口の排気管2内で、触媒よりも上流側に還元剤を添加する還元剤添加装置10を設けてもよい。

【0026】次に、硫黄の回復制御について詳細に説明する。図14は、イオウ被毒の判定フローチャートを示すものである。内燃機関1としてディーゼルエンジンを、排気ガス中の有害成分を除去するための触媒3として $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒をもちいる場合、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒が燃料中に含まれる硫黄によって被毒され性能が劣化することがある。触媒のイオウ劣化は、触媒を通過した排気ガス中のイオウの量とその時の排気ガスの温度、及び排気ガスの当量比から決まる。被毒劣化状態判定・制御手段94は、最初に、内燃機関制御装置91からエンジンの回転数、EGR量、噴射燃料量を得る。エンジン回転数（rpm）とEGR量（Gegr）から吸入空気量（GA）を算出し、噴射燃料量（fuel）とから排出ガスがリッチ状態にあるのか、リーン状態にあるのかを判定する。この値を $L_{rich}$ とする。

出される。低温域では、イオウの吸蔵反応が進まないため、吸蔵される量は少ない。以上の結果をまとめ、イオウが被毒吸蔵され易い状態を+（プラス）で、吸蔵されず放出される方を-（マイナス）で表し、触媒への排気ガス温度を横軸としてグラフを書くことにより、図15を得る。次に温度計8で計測される排気ガス温度（Tg

as) を使って、図15より係数Cを求める。

【0028】図16は、排気ガス流量と触媒への硫黄の吸蔵、離脱の関係を表わす係数Bを、排気ガス流量との関係で表わしたグラフである。吸蔵還元触媒の場合、リッチ雰囲気ではイオウが吸蔵される大きさは小さいため、イオウの吸蔵量が増加することはほとんどない。また、吸蔵還元触媒が吸蔵するイオウの量は、その排気ガス流量および、排気ガス中のイオウの濃度に影響される。排気ガス流量(GA)については、エンジン回転数とEGR量から算出することができ、また、排気ガス中のイオウの濃度(S)は噴射された燃焼量(fuel)から算出することができる。これらを式で表わすと、

$$GA = f(\text{rpm}, \text{Gegr}) - (2)$$

$$S = f(\text{fuel}) - (3)$$

と表すことができる。当然のことながら、同じ排気ガスの温度、流量であっても排気ガス中のイオウ量が多いと吸蔵される量は多くなり、また、高温時に脱離するイオウ量も少なくなる。また、図16に示すように、排気ガス流量が少ない時ほど吸蔵還元触媒へのイオウの吸蔵量が増え、排気ガス流量が大きい場合には、吸蔵還元触媒へのイオウの吸蔵、脱離できる量が減る。図16を用いてこの関係を表す係数Bを求める。

【0029】図17は、内燃機関の運転時間と触媒への吸蔵硫黄量の積算値との関係を表わしたグラフである。

$$Stot(t) = Stot(t-1) + \Delta S - (5)$$

ここで、tは、時間を表わす。積算値 $Stot(t)$ は、内燃機関の未運転時は0に設定されている値で、内燃機関が運転はじめると(5)式により加減算されていく。

・ステップ7(S7)：別に定めた閾値A(これ以上硫黄が着かなくなった状態を100とした場合に、例えば、80となったときの値をしきい値Aとする)を $Stot(t)$ が超えているか否かを判定する。 $Stot(t)$ が閾値Aを超えている場合には、触媒がイオウ被毒した状態ということで劣化回復処理をする。 $Stot(t)$ が閾値Aよりも小さい場合には、まだ劣化状態ではないということで、この判定ループを終了する。この判定ループは、内燃機関が動作中、一定間隔で、搭載したコンピュータにより計算され、 $Stot(t)$ が計算される。

【0030】硫黄被毒劣化状態であると判定された場合には、以下のような劣化回復処理が施される。即ち、上記の判定ループに示されているように、被毒劣化状態判定・制御手段94で触媒3が被毒劣化されていると判定されると、その信号はまずパルス高電圧発生装置5に伝えられる。パルス高電圧発生装置5では、触媒3に放電を与えるに必要な高電圧が発生する。この電圧は一定電圧でも良いがパルス状の電圧の方が被毒回復効果が大きい。パルス高電圧発生装置5で発生したパルス高電圧は電極4より触媒3にかけられる。他方、被毒劣化の判定

次に、図14のフローチャートを参照して、吸蔵還元触媒へのイオウ被毒の判定ループについて説明する。スタートから終了までの各ステップ(ステップ1～ステップ7)での処理は以下の通りである。

・ステップ1(S1)：エンジン回転数(rpm)、EGR量(Gegr)、噴射燃料量(fuel)、排気ガス温度(Tgas)の測定、排気ガス流量(GA)、排気ガス中のイオウの濃度(S)の算出。

・ステップ2(S2)：ステップ1で計測したデータを基に(1)式からLrichを求め、排気ガスがリッチか否かを判定。

・ステップ3(S3)：ステップ2でリッチと判定された場合、温度計8で測定した温度を基に図15から係数Cを求める。ステップ2でリッチと判定された場合には、判定ループを終了する。

・ステップ4(S4)：式(2)を使って排気ガス流量(GA)を求め、図16から係数Bを求める。

・ステップ5(S5)：(3)式で求めたイオウ濃度(S)とステップ3、ステップ4で求めたB、Cを基にして、下記の推定式により、吸蔵イオウ量を推定する。 $\Delta S = a * B * (C + S) - (4)$

ここで、aは定数である。

・ステップ6(S6)：(4)式で得た $\Delta S$ を積算する。

信号は、内燃機関制御装置91にも伝達される。内燃機関制御装置91では、排気ガス成分が被毒回復に好都合な条件になるように運転状態を変化させる。 $NO_x$ 吸蔵還元触媒3の硫黄被毒の場合、酸素過剰雰囲気よりも還元雰囲気の方がより被毒回復が進む。このために、内燃機関制御装置91は、排気ガスが還元雰囲気になるように運転状態を制御する。また、還元剤添加装置10より、内燃機関筒内に還元剤(ここではHC)を添加することもできる。

【0031】この劣化処理の期間は、

$$T = b * Stot(t)$$

で表されるT時間だけ実行される。ここで、bは定数である。T時間後、劣化回復処理は終了し、 $Stot(t)$ には0が入る。ここで、劣化回復処理をしても、触媒の使用時間が長くなると十分回復できなくなる。そこで、劣化回復後に $Stot(t)$ に0を入れるのではなく、内燃機関の運転時間を測定し、 $Stot(t) = f(t)$

とした関数で得られる値を劣化回復処理後に入れることも可能である。ここで、tは、触媒使用時間である。この方法により、触媒の回復後の能力をより正確に扱うことができる。

【0032】図18は、本発明に係る内燃機関の排気ガス浄化装置によって硫黄被毒を回復させた場合の $NO_x$ 吸蔵量の変化を表わすグラフである。図18から明らか

なように、触媒の使用時間と共に $\text{NO}_x$ を吸蔵できる量が減ってくる。あるレベルを過ぎると、触媒の劣化判定がくだされ、劣化回復操作に入る（図18中のA、B）。放電による被毒劣化回復操作では、還元剤をイオン化することで活性を上げることができ、また、被毒した触媒表面のみを高温にできることで非常に短時間で被毒前の状態にまで回復させることができる。そして、被毒前の状態とほぼ等しい $\text{NO}_x$ 吸蔵量を持つ性能が得られる。他方、図18から明らかなように、触媒の温度を上げることのみで被毒劣化を回復させる従来の技術では、触媒全体が回復可能温度に達するまでに時間がかかる上、通常の内燃機関の運転領域では100%回復できない。したがって、図18に示したように、触媒の温度を上げることのみによる被毒劣化回復処理では、触媒の $\text{NO}_x$ 吸蔵量が回復処理を重ねるにしたがって徐々に少なくなるばかりでなく、被毒劣化回復に要する時間も多くなるといった問題もある。これに対して、放電を用いた本発明の装置による被毒劣化回復処理では、このような問題はなく、短時間で元の吸蔵量まで回復させることができるという優れた効果が奏されるのである。

【0033】図19は、被毒劣化回復に必要な排気ガス温度とそのときの回復量との関係を表わしたグラフである。図19においては、回復量が多いほど、被毒劣化が良く回復していることを示している。放電を用いた本発明の装置では、放電で触媒の被毒面近傍で還元剤をイオン化し、活性能力を上げることができうえ、触媒表面近傍を局所的に高温にできるため、全体のガス温度から見ると低温域から高い回復量を得ることができる。他方、従来の触媒の温度を上げることのみによる硫黄被毒劣化回復技術では、完全に被毒劣化を回復させるためには排気ガス温度を高温にする必要があり、その排気ガス温度以下で回復処理をしても完全に元の状態には戻らない。そのため、内燃機関の種類によっては完全に回復させるに足る排気ガス温度を得ることが難しいものもあり、そのような内燃機関に設けられた触媒の場合には、触媒は徐々にその吸着能力を落としてしまうことになる。

#### 【0034】

【発明の効果】本発明は、以上詳記したとおり、  
 ・内燃機関、特に、ディーゼルエンジンからの排気ガス中に含まれる窒素酸化物を効率的に浄化できる、  
 ・通常では触媒活性が十分でない排気ガス低温域から浄化をすることができる、  
 ・通常でも触媒活性が十分発揮できる排気ガス温度域では放電をやめ、触媒のみで浄化することにより、エネルギーの損失を抑えることができる、  
 ・触媒の硫黄被毒が生じないようにして排ガス処理を行なうことができ、触媒としての劣化時期を大幅に改善することができる、  
 ・触媒の硫黄被毒に対して、通常の加熱方法よりも低温

域において回復させることができると共に、短時間での回復、被毒前の状態への回復が可能になる、等の優れた効果を奏する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る内燃機関の排気ガス浄化装置の第1の実施形態の概略図である。

【図2】放電装置7の具体的な構成の一例を示す図である。

【図3】図2のX、X切断断面図である。

【図4】排気ガス温度と窒素酸化物の発生量（ $\text{TNO}_x$ ）と当量比との関係を表わしたグラフである。

【図5】エンジン回転数と噴射燃料量と等未燃HC濃度線との関係を表わしたグラフである。

【図6】排気ガス温度と窒素酸化物の発生量（ $\text{TNO}_x$ ）との関係を表わしたグラフである。

【図7】窒素酸化物の発生量と放電装置に印加するパルス電圧との関係を表わした図である。

【図8】本発明と従来技術について、排気ガス温度に対する触媒出口での $\text{NO}_x$ 量を示したグラフである。

【図9】本発明に係る内燃機関の排気ガス浄化装置の第2の実施形態の概略図である。

【図10】本発明に係る内燃機関の排気ガス浄化装置の第2の実施形態の電極部分の他の構造を示したものである。

【図11】触媒前後における排気ガスの平均温度と排気ガス中の硫黄の量との関係を表わした図である。

【図12】本発明と従来技術について、使用時間に対する触媒の $\text{NO}_x$ の吸収能力を示したグラフである。

【図13】本発明に係る内燃機関の排気ガス浄化装置の第3の実施形態の概略図を示す図である。

【図14】イオウ被毒の判定フローチャートを示すものである。

【図15】排気ガス温度と触媒に硫黄が吸蔵され易い状態との関係を表わしたグラフである。

【図16】排気ガス流量と触媒への硫黄の吸蔵、離脱の関係を表わす係数Bを、排気ガス流量との関係で表わしたグラフである。

【図17】内燃機関の運転時間と触媒への吸蔵硫黄量の積算値との関係を表わしたグラフである。

【図18】本発明に係る内燃機関の排気ガス浄化装置によって硫黄被毒を回復させた場合の $\text{NO}_x$ 吸蔵量の変化を表わすグラフである。

【図19】被毒劣化回復に必要な排気ガス温度とそのときの回復量との関係を表わしたグラフである。

【図20】HCが存在する場合と存在しない場合において、排気ガス温度と放電によりNOから $\text{NO}_2$ に酸化される量との関係を表わしたグラフである。

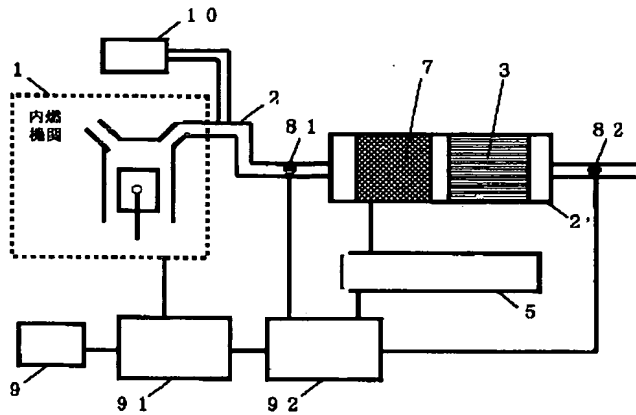
#### 【符号の説明】

- |   |      |
|---|------|
| 1 | 内燃機関 |
| 2 | 排気管  |

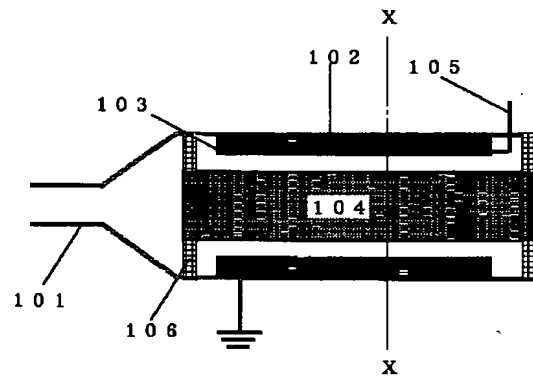
- 2' 排気管ケース  
 3 触媒  
 4 電極  
 5 パルス高電圧発生装置  
 7 放電装置  
 8, 81, 82 温度計  
 9 センサー  
 91 内燃機関制御装置  
 92 第2内燃機関制御装置

- 93 易被毒劣化状態判定・制御手段  
 94 被毒劣化状態判定・制御手段  
 10 還元剤添加装置  
 101 排気管ケース  
 102 絶縁物  
 103 電極  
 104 スペース  
 105 プラグ  
 106 碍子

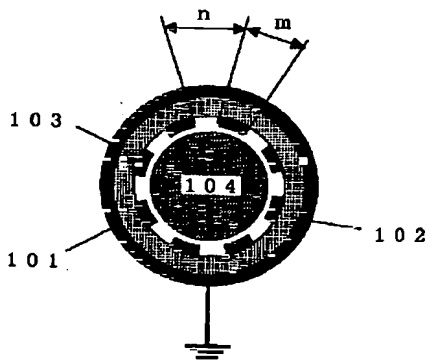
【図1】



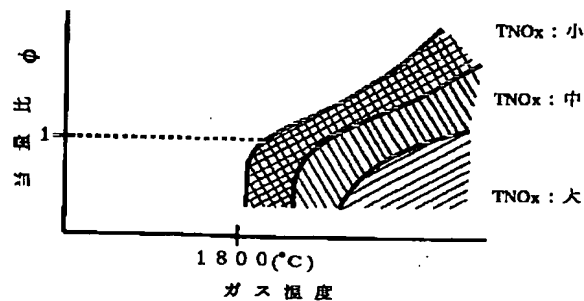
【図2】



【図3】



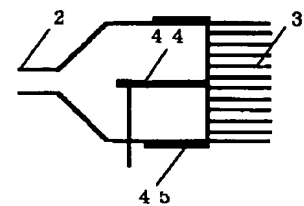
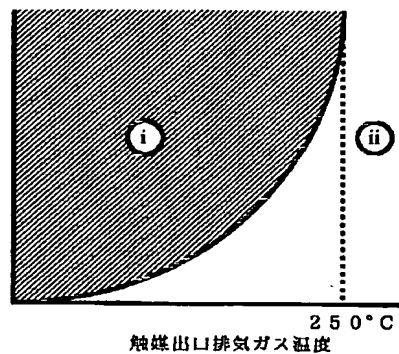
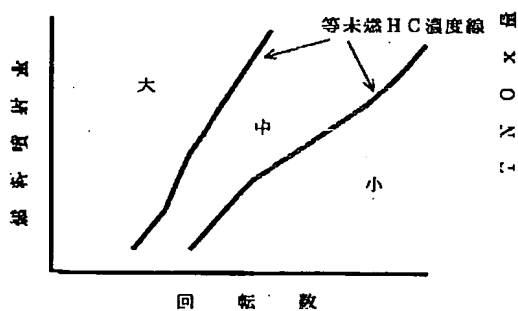
【図4】



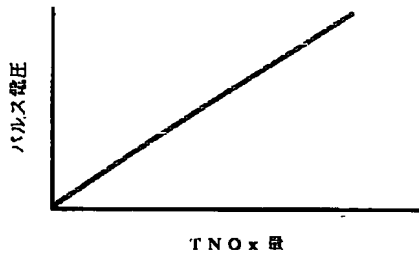
【図6】

【図10】

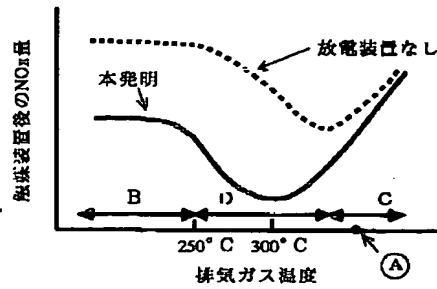
【図5】



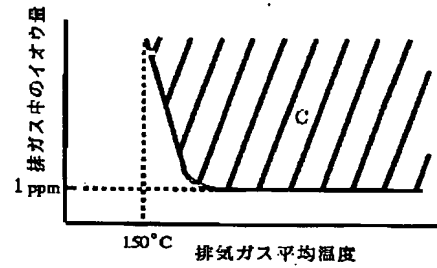
【図7】



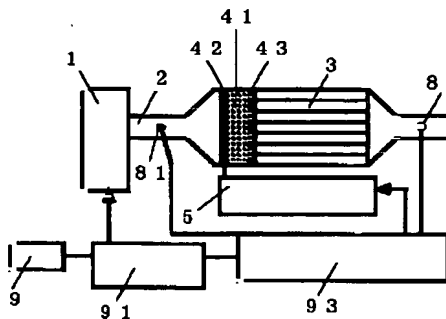
【図8】



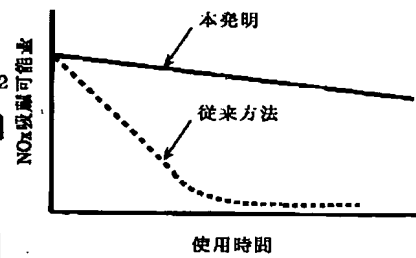
【図11】



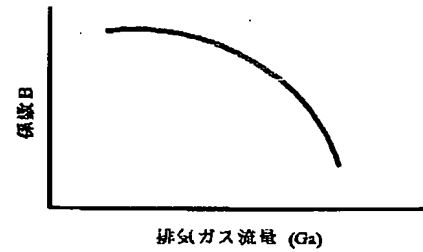
【図9】



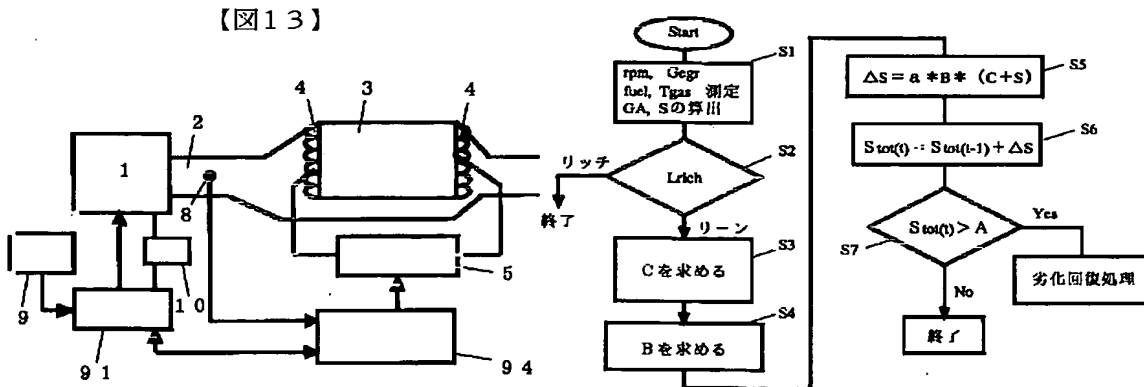
【図12】



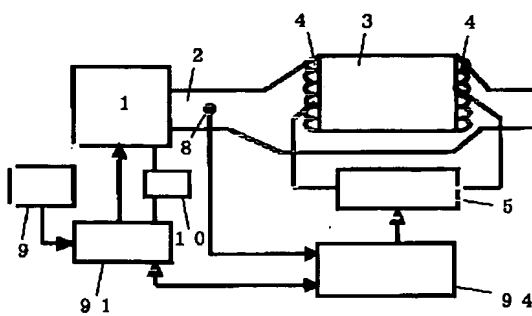
【図16】



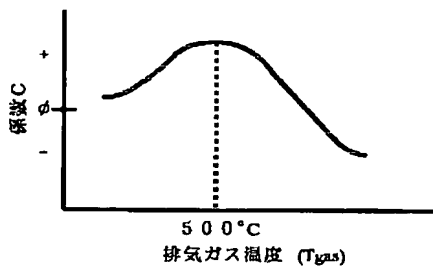
【図14】



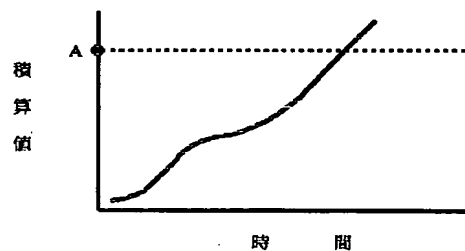
【図13】



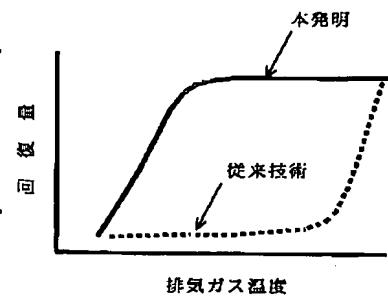
【図15】



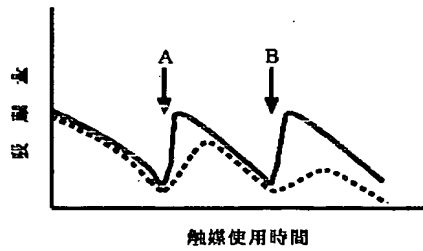
【図17】



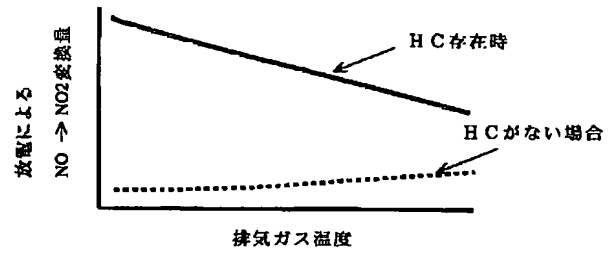
【図19】



【図18】



【図20】



フロントページの続き

(72)発明者 加藤 隆幸  
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番  
地の1 株式会社豊田中央研究所内

Fターム(参考) 3G091 AA11 AA18 AB05 AB06 AB14  
BA11 BA14 BA33 CA16 CA18  
DB10 DB13 EA01 EA03 EA05  
EA08 EA16 EA17 EA18 EA33  
FB10 FC02 HA07 HA36 HA37  
HA39 HB05  
4D048 AA06 AB02 AC02 BC01 BC10  
BD10 CA01 CC31 CC61 CD08  
CD10 DA01 DA02 DA08 DA09  
DA20 EA03